

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-307584

(43)Date of publication of application : 05.11.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/60  
H01L 21/603

(21)Application number : 10-112230

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 22.04.1998

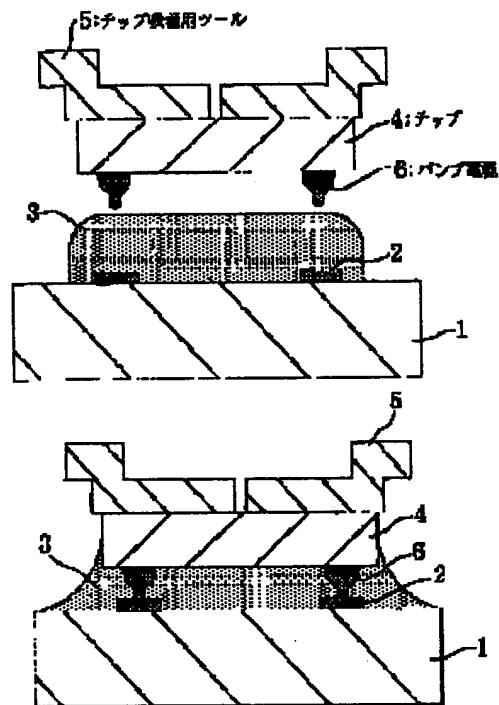
(72)Inventor : MURAKAMI ASAO

## (54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the generation of voids, when thermosetting resin is cured by pulse heating in flip-chip connection.

SOLUTION: This method comprises the following steps. In a first step I, a chip 4, which is compressed on a circuit substrate 1 so that a bump electrode 6 comes into contact with a wiring 2, is compressed and the heating temperature thereof is set so that thermosetting resin 3 is leaked and expanded on the entire forming surface of a bump electrode 6 of the chip 4. In a second step II, the gelling of the thermosetting resin 3 is accelerated at a temperature higher than that in the first step. In a third step III, the curing of the thermosetting resin 3 is accelerated at a temperature higher than that of the second stage 11. The steps are changed in this way, and the thermosetting resin is cured.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.04.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3092587

[Date of registration]

28.07.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

<http://www1.ipdl.jpo-miti.go.jp/PA1/result/detail/main/wAAAa26336DA411307584P1.ht...> 12/15/2000

decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-307584

(43) 公開日 平成11年(1999)11月5日

(51) Int.Cl.<sup>\*</sup>

H 0 1 L 21/60  
21/603

識別記号

3 1 1

F I

H 0 1 L 21/60  
21/603

3 1 1 S

B

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平10-112230

(22) 出願日

平成10年(1998)4月22日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 村上 朝夫

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

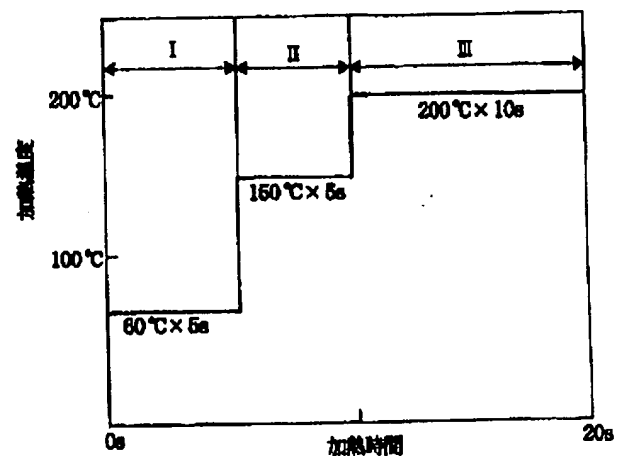
(74) 代理人 弁理士 西村 征生

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 フリップチップ接続を行うにあたり、パルスヒートによる熱硬化型樹脂の硬化時に、ボイドの発生を防止できるようにする。

【解決手段】 パンプ電極6が配線2に接触するように回路基板1上加圧されたチップ4を加圧しつつその加熱温度を、熱硬化型樹脂3をチップ4のパンプ電極6の形成面全体に濡れ広げる第1段階Iと、この第1段階Iよりも高い温度で同熱硬化型樹脂3のゲル化を促進する第2段階IIと、この第2段階IIよりも高い温度で同熱硬化型樹脂3の硬化を促進する第3段階IIIとに変更して熱硬化型樹脂を硬化させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面にバンプ電極が形成された半導体チップを熱硬化型樹脂を介して回路基板上にフリップチップ接続する半導体装置の製造方法であって、前記回路基板の配線が形成されている接続面に前記熱硬化型樹脂を供給する熱硬化型樹脂供給工程と、前記半導体チップを裏面から半導体チップ吸着用ツールで吸着して前記回路基板上に移送した後、前記バンプ電極と前記配線とが略対向するように前記半導体チップを前記回路基板上に位置決めする半導体チップ位置決め工程と、前記半導体チップを加熱した状態で前記バンプ電極が前記配線に接触するように前記半導体チップを前記回路基板上に加圧する半導体チップ加圧工程と、前記半導体チップを加圧しつつその加熱温度を段階的に変更して前記熱硬化型樹脂を硬化させて、前記半導体チップを前記回路基板上に接続するフリップチップ接続工程と、を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記フリップチップ接続工程における加熱の段階が、前記熱硬化型樹脂を前記半導体チップのバンプ電極の形成面全体に濡れ広げる第1段階と、該第1段階よりも高い温度で前記熱硬化型樹脂のゲル化を促進する第2段階と、該第2段階よりも高い温度で前記熱硬化型樹脂の硬化を促進する第3段階とを含むことを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記第2段階が、低い温度で行う低温段階と高い温度で行う高温段階とからなることを特徴とする請求項2記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記フリップチップ接続工程における加熱の段階が、前記熱硬化型樹脂を前記半導体チップのバンプ電極の形成面全体に濡れ広げるとともに、前記熱硬化型樹脂のゲル化を促進する第4段階と、前記第4段階よりも高い温度で前記熱硬化型樹脂の硬化を促進する第5段階とを含むことを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 前記第1段階又は第4段階の温度が、60℃以上100℃以下であることを特徴とする請求項2、3又は4記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】 前記半導体チップの加熱を、前記半導体チップ吸着用ツールにパルス電流を通电して行うことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項7】 前記熱硬化型樹脂として、硬化収縮率が熱膨張率よりも大きい材料を用いることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1に記載の半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体装置の製

造方法に係り、詳しくは、表面にバンプ電極が形成された半導体チップを熱硬化型樹脂を介して回路基板上にフリップチップ接続する半導体装置の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】メモリやマイクロプロセッサ等のLSI（大規模集積回路）を含む半導体装置を製造する方法の一つとして、フリップチップ接続方法が知られている。同フリップチップ接続方法は、各種のプロセス工程を経て製造された半導体ウエハからダイシングした半導体チップ（以下、チップとも称する）を、電極形成面を下向きにしたフェースダウンで回路基板上に接続（ボンディング）するようにしたものである。このフリップチップ接続方法によれば、多数の電極を備えたチップの接続が簡単になる、ボンディングワイヤが存在していないことにより不要な寄生容量、インダクタンスが形成されないで高周波特性が改善される等の利点がある。

【0003】このようなフリップチップ接続に用いられるチップの表面の電極は、接続を容易にするために、アルミニウム等のパッド電極上に形成された金、銅、半田等からなるボール状のバンプ電極で構成されている。

【0004】フリップチップ接続の一方式として、従来から、熱硬化型樹脂を接着剤として用いてチップを回路基板上に接続する方法が知られている。この方法は、熱硬化型樹脂の硬化時の収縮力を利用してバンプ電極を配線に接触させて電気的な接続を行うものであり、バンプ電極を溶融させて接続を行う他の方式に比べて、プロセス工程が簡単になるので、低コスト化が図れるという利点がある。

【0005】このような方式のフリップチップ接続を行う場合、一般に、熱硬化型樹脂を硬化させる加熱手段としては、半導体チップ吸着用ツールにパルス電流を流してチップを加熱する、いわゆるパルスヒート方式が採用されている。例えば特開昭63-151033号公報には、上述のパルスヒート方式によるフリップチップ接続を利用した半導体装置の製造方法が開示されている。図9乃至図11は同製造方法を工程順に説明する工程図である。まず、図9に示すように、チップの接続面に配線32が形成された回路基板31を用いて、同配線32の一部を含む接続面に熱硬化型樹脂33を塗布する。次に、図10に示すように、チップ34を裏面からチップ吸着用ツール35で吸着して回路基板31上に移送し、バンプ電極36と配線32とが位置合わせされるようにチップ34を加圧する。これにより、熱硬化型樹脂33は周囲に押し出されるとともに、バンプ電極36と配線32とが接触されて電気的に接続される。

【0006】次に、図11に示すように、この状態でチップ吸着用ツール35にパルス電流を流してチップ34を加熱すると、この熱により熱硬化型樹脂33が硬化するので、チップ34は回路基板31上にフリップチップ接続される。このパルスヒート方式によれば、短時間で

10

20

30

40

50

熱硬化型樹脂を加熱して硬化させることができるので、生産性が向上するという利点が得られる。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の公報記載の半導体装置の製造方法は、パルスヒートにより熱硬化型樹脂を硬化させる場合に、短時間の加熱により硬化を行わせているので、熱硬化型樹脂内にボイドが発生し易くなって、フリップチップ接続の信頼性が低下する、という問題がある。すなわち、従来では、短時間で熱硬化型樹脂を硬化させるために、短時間で硬化反応が終了するような大きな熱量を熱硬化型樹脂に加えるので、急激に硬化反応が生ずるようになって樹脂が発泡する。また、その熱量が過度になると、熱硬化型樹脂自身が沸騰するようになって発泡する場合もある。そして、発泡により生じた気泡がチップと回路基板との接続部に閉じ込められることにより、ボイドとなる。ボイドが存在すると、熱硬化型樹脂に未硬化部が形成されるようになるので、熱硬化型樹脂の収縮力が低下するため、接続が不十分になる。

【0008】また、ボイドの発生は回路基板の形状にも原因している。すなわち、回路基板には配線が形成されており、さらに、必要に応じて、ソルダーレジスト等が形成されている場合があるので、表面が凹凸状になるのが避けられない。このため、熱硬化型樹脂を供給した後に加圧を行い、パルスヒートを行ったとき、その凹凸状の特に凹部に熱硬化型樹脂が完全に充填されない空間部が形成されるようになるので、この空間部の空気が温度上昇に伴って膨脹して、ボイドが発生するようになる。

【0009】この発明は、上述の事情に鑑みてなされたもので、フリップチップ接続を行うにあたり、パルスヒートによる熱硬化型樹脂の硬化時に、ボイドの発生を防止できるようにした半導体装置の製造方法を提供することを目的としている。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、表面にバンプ電極が形成された半導体チップを熱硬化型樹脂を介して回路基板上にフリップチップ接続する半導体装置の製造方法であって、上記回路基板の配線が形成されている接続面上に上記熱硬化型樹脂を供給する熱硬化型樹脂供給工程と、上記半導体チップを裏面から半導体チップ吸着用ツールで吸着して上記回路基板上に移送した後、上記バンプ電極と上記配線とが略対向するように上記半導体チップを上記回路基板上に位置決めする半導体チップ位置決め工程と、上記半導体チップを加熱した状態で上記バンプ電極が上記配線に接触するように半導体チップを上記回路基板上に加圧する半導体チップ加圧工程と、半導体チップを加圧しつつその加熱温度を段階的に変更して上記熱硬化型樹脂を硬化させて、上記半導体チップを上記回路基

板上に接続するフリップチップ接続工程とを含むことを特徴としている。

【0011】また、請求項2記載の発明は、請求項1記載の半導体装置の製造方法に係り、上記フリップチップ接続工程における加熱の段階が、上記熱硬化型樹脂を上記半導体チップのバンプ電極の形成面全体に濡れ広げる第1段階と、該第1段階よりも高い温度で上記熱硬化型樹脂のゲル化を促進する第2段階と、該第2段階よりも高い温度で前記熱硬化型樹脂の硬化を促進する第3段階とを含むことを特徴としている。

【0012】また、請求項3記載の発明は、請求項2記載の半導体装置の製造方法に係り、上記第2段階が、低い温度で行う低温段階と高い温度で行う高温段階とからなることを特徴としている。

【0013】また、請求項4記載の発明は、請求項1記載の半導体装置の製造方法に係り、上記フリップチップ接続工程における加熱の段階が、前記熱硬化型樹脂を前記半導体チップのバンプ電極の形成面全体に濡れ広げるとともに、前記熱硬化型樹脂のゲル化を促進する第4段階と、前記第4段階よりも高い温度で前記熱硬化型樹脂の硬化を促進する第5段階と、を含むことを特徴としている。

【0014】また、請求項5記載の発明は、請求項2、3又は4記載の半導体装置の製造方法に係り、上記第1段階又は第4段階の温度が、60℃以上100℃以下であることを特徴としている。

【0015】請求項6記載の発明は、請求項1乃至5のいずれか1に記載の半導体装置の製造方法に係り、上記半導体チップの加熱を、上記半導体チップ吸着用ツールにパルス電流を通電して行うことを特徴としている。

【0016】請求項7記載の発明は、請求項1乃至6のいずれか1に記載の半導体装置の製造方法に係り、上記熱硬化型樹脂として、硬化収縮率が熱膨張率よりも大きい材料を用いることを特徴としている。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の実施の形態について説明する。説明は、実施例を用いて具体的にを行う。

#### ◇第1実施例

図1乃至図5は、この発明の第1実施例である半導体装置の製造方法を示す工程図、また、図6は同半導体装置の製造方法の熱硬化型樹脂の硬化時に適用される加熱時間と加熱温度との関係を示す加熱温度分布図である。以下、図1乃至図5を参照して、同半導体装置の製造方法を工程順に説明する。まず、図1に示すように、例えば銅からなる配線2が形成された回路基板1を用いて、次に、図2に示すように、配線2の一部を含む接続面に、スクリーン印刷法、ディスペンサ塗布法等で例えばエポキシ樹脂からなる熱硬化型樹脂3を供給する。エポキシ樹脂は一般に、硬化収縮率が熱膨張率より大きいので、

## 5

チップを回路基板上にフリップチップ接続するとき、剥がれにくくて良好な接続を行うことができるという優れた性質を備えている。

【0018】次に、図3に示すように、表面にパンプ電極6が形成されたチップ4を用いて、同チップ4を裏面からチップ吸着用ツール5で吸着して回路基板1上に移送した後、パンプ電極6と配線2とが略対向するようにチップ4を回路基板1上に位置決めする。チップ4のパンプ電極6は、例えば金線を用いたワイヤボンディング技術によって形成することができる。この位置決め時に、チップ吸着用ツール5にパルス電流を流してチップ4を略60℃に加熱する。これと同時に、回路基板1を支持しているステージに備えられているヒータ（図示せず）によって、回路基板1も略60℃に加熱する。これらの加熱温度は、熱硬化型樹脂3の特性によって決定され、樹脂の粘度が略最低になる温度に設定する。この例のように、熱硬化型樹脂3としてエポキシ樹脂を用いた場合は、略60℃が望ましい温度になる。この温度は、他の熱硬化型樹脂を用いた場合でも、一般に100℃以下に設定される。他のエポキシ樹脂としては、シリコン樹脂、フェノール樹脂、ウレタン樹脂等があげられる。

【0019】次に、図4に示すように、チップ4を加熱した状態でパンプ電極4が配線2に接触するようにチップ4をチップ吸着用ツール5により回路基板1上加圧しつつ、同チップ吸着用ツール5に流すパルス電流を増加してチップ4の加熱温度分布を、図6に示すように段階的に変更する。同図の加熱温度分布は、略60℃で5秒間加熱する第1段階Iと、略150℃で略5秒間加熱する第2段階IIと、略200℃で略10秒間加熱する第3段階IIIとを含んでいる。また、チップ吸着用ツール5による加圧量は、1個のパンプ電極6当たり略30gに設定した。

【0020】このような加熱温度分布により、第1段階Iでは、熱硬化型樹脂3の粘度が最低になっている状態で加圧されるので、熱硬化型樹脂3はチップ4のパンプ電極6の形成面全体に濡れ広がるので、気泡が熱硬化型樹脂3内に閉じ込められずに外側に押し出されるため、ボイドは形成されなくなる。また、加圧により押し出される樹脂4によりチップ4の側面付近にフィレットが形成されるが、樹脂の粘度が低くなっているため樹脂が良好に盛り上がるので、そのフィレットの形成も良好に行われる。

【0021】また、第2段階IIでは、熱硬化型樹脂3のゲル化を促進するのに望ましい温度に設定されているので、樹脂3のゲル化が良好に行われるため、特に低分子の反応が十分に進行するようになる。これにより、低分子樹脂が残らないので、この低分子が残ることに起因する樹脂3の沸騰が防止されるので、ボイドは発生しなくなる。

## 6

【0022】また、第3段階IIIでは、ボイドの発生原因が全て排除された後に、ゲル化の進んだ熱硬化型樹脂3の硬化が行われるのに望ましい温度に設定されているので、樹脂3の硬化が円滑に促進される。すなわち、従来のように、急激な硬化反応は行われないので、硬化時に樹脂3が発泡することはない。

【0023】次に、図5に示すように、半導体チップ4をチップ吸着用ツール5から開放することにより、チップ4が回路基板1上にフリップチップ接続された半導体装置7が製造される。

【0024】このように、この例の構成によれば、パンプ電極6が配線2に接触するように回路基板1上加圧されたチップ4を加圧しつつその加熱温度を、熱硬化型樹脂3をチップ4のパンプ電極6の形成面全体に濡れ広げる第1段階と、この第1段階よりも高い温度で同熱硬化型樹脂3のゲル化を促進する第2段階と、この第2段階よりも高い温度で同熱硬化型樹脂3の硬化を促進する第3段階とに段階的に変更して熱硬化型樹脂3を硬化させるようにしたので、パルスヒートによる熱硬化型樹脂の硬化時に、ボイドの発生を防止することができるしたがって、熱硬化型樹脂の硬化が良好に行われるので、フリップチップ接続の信頼性を向上することができる。

## 【0025】◇第2実施例

図7は、この発明の第2実施例である半導体装置の製造方法において熱硬化型樹脂の硬化時に適用される加熱時間と加熱温度との関係を示す加熱温度分布図である。この第2実施例の半導体装置の製造方法の構成が、上述の第1実施例のそれと大きく異なるところは、チップの加熱温度において、第2段階IIを、低い温度で行う低温段階IIaと高い温度で行う高温段階IIbとに二分するようにした点である。すなわち、この例の半導体装置の製造方法は、熱硬化型樹脂3のゲル化を促進する第2段階IIを、図7に示すように、略140℃で略5秒間加熱する低温段階IIaと、略160℃で略5秒間加熱する高温段階IIbとに二分している。このように、第1実施例における第2段階IIを二分することにより、ゲル化が確実に促進されるので、熱硬化型樹脂3内の未反応分の低分子を確実に除去することができるようになる。

【0026】このように、この例の構成によれば、チップの加熱温度を段階的に変更させて分布させるようにしたので、第1実施例において述べたのと略同様の効果を得ることができる。これに加えて、この例によれば、ゲル化を促進する加熱温度分布を低温段階と高温段階とに二分するようにしたので、熱硬化型樹脂のゲル化を確実に行うことができる。

## 【0027】◇第3実施例

図8は、この発明の第3実施例である半導体装置の製造方法において熱硬化型樹脂の硬化時に適用される加熱時間と加熱温度との関係を示す加熱温度分布図である。この第3実施例の半導体装置の製造方法の構成が、上述の

## 7

第1実施例のそれと大きく異なるところは、チップの加熱温度において、第1段階Iと第2段階IIとを統合して、チップのマウント時間を短縮するようにした点である。すなわち、この例の半導体装置の製造方法は、加熱温度分布を、図8に示すように、略100℃で略5秒間加熱する第4段階IV（第1実施例の第1段階Iと第2段階IIとを統合したものに相当している）と、略220℃で略5秒間加熱する第5段階V（第1実施例の第3段階IIIに相当している）とを含んでいる。

【0028】このような加熱温度分布により、第4段階IVでは、熱硬化型樹脂3をチップ4の bumps 電極6の形成面全体に濡れ広げるとともに、ゲル化を促進する加熱を行い、第5段階Vでは、熱硬化型樹脂の硬化を促進する加熱を行う。この例によれば、チップ3のマウント時間を第1実施例及び第2実施例に比べて、略半分に短縮することができる。しかしながら、熱硬化型樹脂3の硬化を行う全体の熱量が不足するので、フリップチップ接続工程の後で、その熱量不足を補うために略150℃で略1時間のベーク処理を行うことが望ましい。

【0029】このように、この例の構成によっても、チップの加熱温度を段階的に変更させて分布させるようにしたので、第1実施例において述べたのと略同様の効果を得ることができる。

【0030】以上、この発明の実施例を図面により詳述してきたが、具体的な構成はこの実施例に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更などがあってもこの発明に含まれる。例えば、チップの加熱温度及び時間は一例を示したものであり、目的、用途等に応じて変更が可能である。また、チップの bumps 電極の材料、回路基板の配線の材料は、金、銅等に限らず、銀、アルミニウム、半田等の導電性に優れたものを選ぶことができる。また、熱硬化型樹脂はエポキシ樹脂に限らず、シリコン樹脂、フェノール樹脂、ウレタン樹脂等の他の材料を用いることができる。また、上述の第1実施例では、第1段階の温度を略60℃に設定したが、これに限らず、60℃以上100℃以下の設定温度であれば、第1実施例で述べたと略同様の効果を得ることができる。同様に、上述の第2実施例では、第4段階の温度を略100℃に設定したが、これに限らず、60℃以上100℃以下の設定温度であれば、第2実施例で述べたと略同様の効果を得ることができる。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の半導体

## 8

装置の製造方法によれば、 bumps 電極が配線に接触するように回路基板上加圧されたチップを加圧しつつその加熱温度を、各々温度を異ならせた複数の段階で段階的に変更するようにしたので、パルスヒートによる熱硬化型樹脂の硬化時に、ポイドの発生を防止することができる。したがって、熱硬化型樹脂の硬化が良好に行われるので、フリップチップ接続の信頼性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施例である半導体装置の製造方法を工程順に示す工程図である。

【図2】同半導体装置の製造方法を工程順に示す工程図である。

【図3】同半導体装置の製造方法を工程順に示す工程図である。

【図4】同半導体装置の製造方法を工程順に示す工程図である。

【図5】同半導体装置の製造方法を工程順に示す工程図である。

【図6】同半導体装置の製造方法において熱硬化型樹脂の硬化時に適用される加熱時間と加熱温度との関係を示す加熱温度分布図である。

【図7】この発明の第2実施例である半導体装置の製造方法において熱硬化型樹脂の硬化時に適用される加熱時間と加熱温度との関係を示す加熱温度分布図である。

【図8】この発明の第2実施例である半導体装置の製造方法において熱硬化型樹脂の硬化時に適用される加熱時間と加熱温度との関係を示す加熱温度分布図である。

【図9】従来例による半導体装置の製造方法を工程順に示す工程図である。

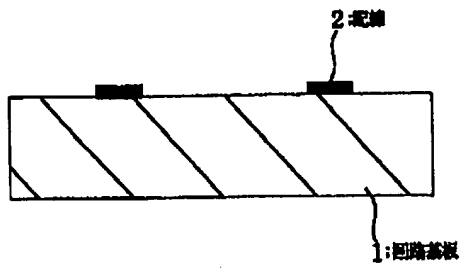
【図10】従来例による半導体装置の製造方法を工程順に示す工程図である。

【図11】従来例による半導体装置の製造方法を工程順に示す工程図である。

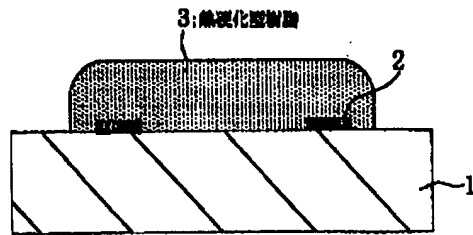
【符号の説明】

- |   |              |
|---|--------------|
| 1 | 回路基板         |
| 2 | 配線           |
| 3 | 熱硬化型樹脂       |
| 4 | 半導体チップ       |
| 5 | 半導体チップ吸着用ツール |
| 6 | bumps 電極     |
| 7 | 半導体装置        |

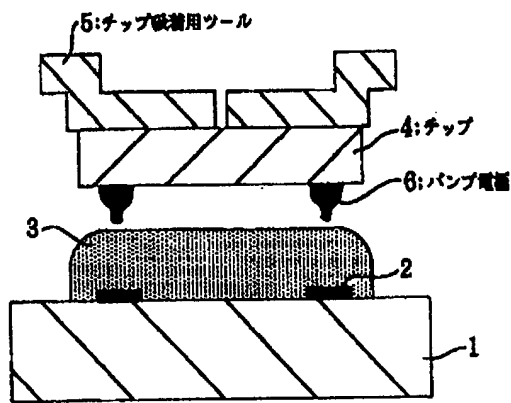
【図1】



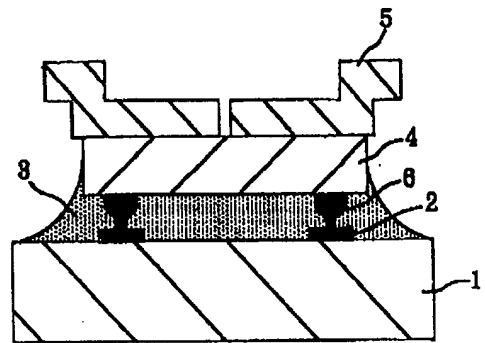
【図2】



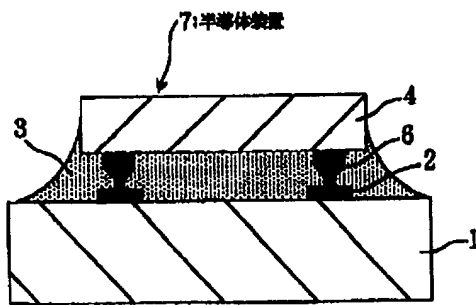
【図3】



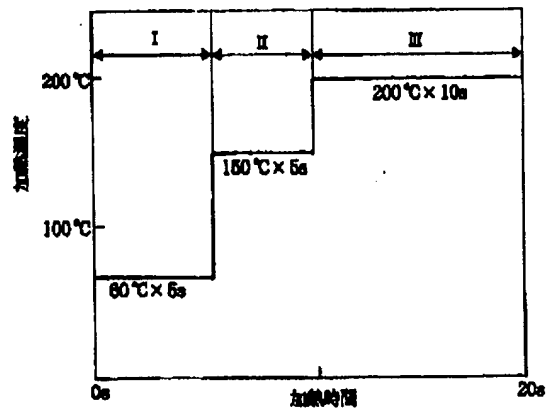
【図4】



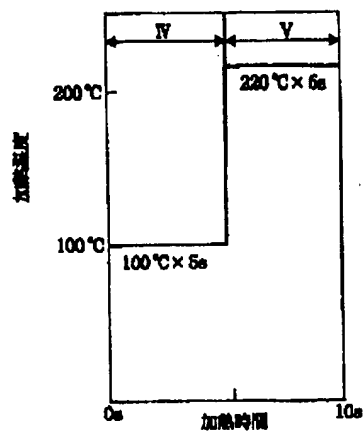
【図5】



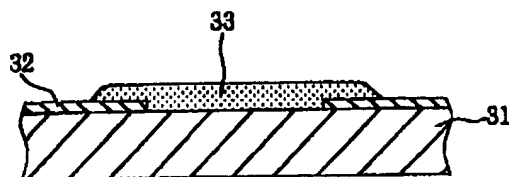
【図6】



【図8】

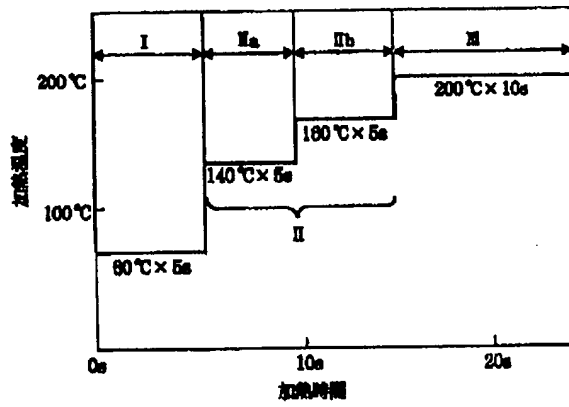


【図9】

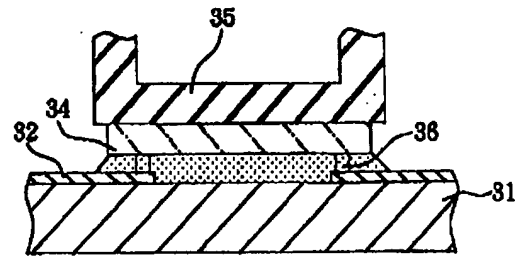




【図7】



【図10】



【図11】

